Hidrostática

El principio de Arquímedes

Los secretos de la flotación fueron descubiertos por Arquímedes, un sabio griego que vivió hace 2500 años. Se dice que fue tan grande su emoción al comprender por qué los cuerpos flotan, que salió corriendo desnudo por las calles gritando ¡Eureka! (que significa "lo encontré", en griego).

Más allá de las anécdotas, Arquímedes se dio cuenta de que, al sumergir un cuerpo en un líquido, aquél recibe del líquido una fuerza que lo empuja hacia arriba. A esa fuerza la llamó, precisamente, empuje.

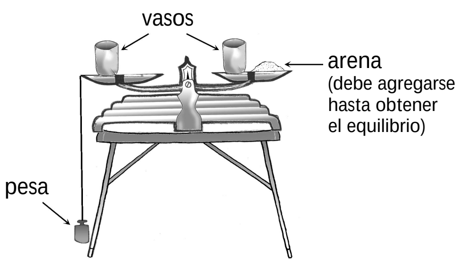
CORROBORACIÓN DEL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Con esta actividad, vamos a demostrar que la aparente "pérdida" de peso de un cuerpo cuando es sumergido en un líquido es igual al peso del líquido que desaloja el cuerpo.

Materiales necesarios:

- una balanza de dos platillos,
- tres vasos,
- un recipiente en el que entre un vaso (puede ser un plato hondo),
- algún recipiente para verter agua,
- un poco de arena,
- agua,
- una mesita donde apoyar la balanza,
- hilo de algodón.

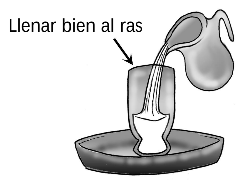
El dispositivo armado presenta el siguiente aspecto:



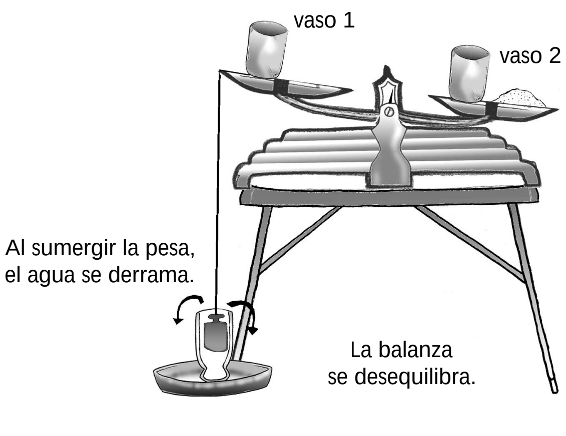
- La balanza de la imagen está en equilibrio. Suponiendo que los dos vasos pesan igual, ¿cuáles son los objetos que están siendo equilibrados por la arena?

Procedimiento

- Apoyen el recipiente más grande sobre la mesa y colóquenle el vaso dentro. Llenen totalmente el vaso con agua, cuidando que la superficie del líquido quede bien horizontal y que no caiga nada de líquido dentro del recipiente más grande



- Tomándola del hilo, levanten un poco la pesa que cuelga de la balanza. Coloquen el conjunto recién armado en el lugar que ocupará la pesa al soltarla. Hagan descender suavemente la pesa hasta que se sumerja **totalmente**; a medida que lo haga, el agua desbordará del vaso y será recogida por el recipiente inferior. Podrá observarse que, simultáneamente, el platillo de la balanza subirá, como si la pesa hubiese "perdido peso".



- Una vez que no cae más agua, levanten el vaso con la pesa sumergida, retiren el recipiente que contiene el agua derramada y vuelvan a bajar el vaso con la pesa.

- Vuelquen el agua sobre el vaso 1; si el equilibrio de la balanza se restablece, significa que el peso (**hacia abajo**) del agua agregada compensa al empuje (**hacia arriba**) que actúa sobre la pesa.

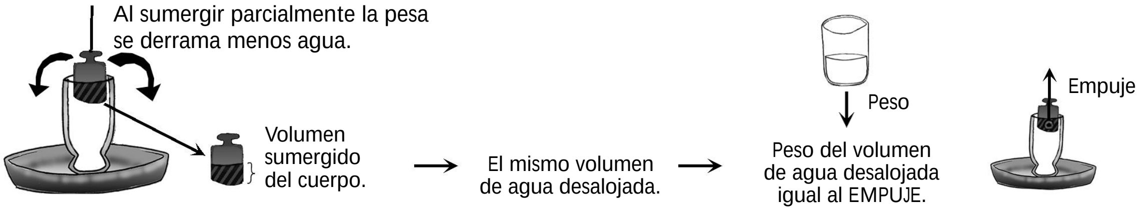
En definitiva: Peso del agua derramada = empuje recibido por la pesa.

En la práctica, la experiencia da un resultado aproximado, debido a que se cometen una serie de imprecisiones. Pueden corroborar que, a veces, la diferencia con el valor del equilibrio es de apenas unas gotas de más o de menos.

- Discutan en pequeños grupos cuáles consideran que son las imprecisiones cometidas y regístrenlas en un papel. Propongan formas de reducir esas imprecisiones.

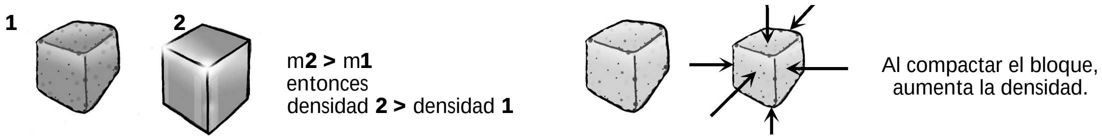
¿Y si el cuerpo no está totalmente sumergido?

En la experiencia anterior el objeto se sumergía totalmente. Si el objeto se sumergiera sólo parcialmente (como se ve en la figura que sigue), es claro que la cantidad de agua que rebalsaría sería menor. Como el empuje es igual al peso del agua desalojada por el cuerpo, entonces, también será menor el empuje.



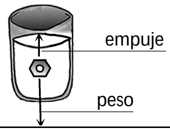
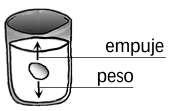
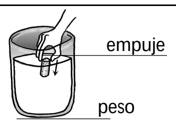
LA FLOTACIÓN Y LA DENSIDAD

Seguramente conocen que la densidad es el cociente entre la masa y el volumen. A volúmenes iguales, tiene mayor densidad aquel material con mayor masa. Y a masas iguales, la densidad será mayor cuando el volumen sea menor.

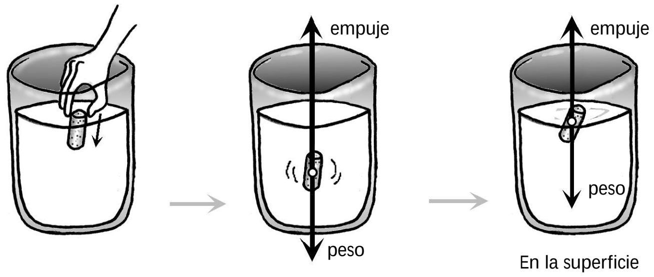


Los resultados de la experiencia anterior pueden ser afectados por la densidad del líquido en uso. Si, por ejemplo, la densidad del líquido fuese menor que la del agua, el agua desalojada tendría el mismo volumen que en el caso anterior, pero menor peso (debido, precisamente, a su menor densidad). O sea: el empuje sobre el objeto será menor que si el líquido fuese agua.

En el siguiente cuadro, presentamos todas las opciones posibles. En él puede apreciarse que un cuerpo flota en un líquido cuando su densidad es menor que la densidad del líquido considerado.

Densidad del líquido	Empuje sobre el cuerpo	Gráfico de fuerzas sobre el cuerpo	Comportamiento del cuerpo
Menor que la densidad del cuerpo.	Menor que el peso del cuerpo.		Se hunde, se va hacia el fondo del recipiente.
Igual que la densidad del cuerpo.	Igual que el peso del cuerpo.		Queda subiendo y bajando lentamente en el líquido.
Mayor que la densidad del cuerpo.	Mayor que el peso del cuerpo.		Sube en el líquido en dirección a la superficie.

Durante la actividad anterior, presentamos un cuadro con tres casos relacionados con la flotación. El tercero de dichos casos merece una explicación adicional. Supongamos que se sumerge totalmente un corcho en agua y se lo suelta. Como la densidad del corcho es menor que la del agua, el empuje es mayor que el peso del corcho y éste se va hacia arriba, es decir, flota.



Aquí peso **<** empuje

En la superficie
peso **=** empuje

Pero a medida que el corcho sale, la cantidad de agua que desplaza es menor, y el empuje que recibe, entonces, también es menor. En un momento, tras una pequeña oscilación, el empuje disminuye lo suficiente como para igualar al peso del corcho. Es el momento del equilibrio.

En ese momento, se llega al equilibrio y el empuje es igual al peso de un volumen de agua igual al volumen sumergido del cuerpo. El corcho flota.

CÁLCULO DE LA DENSIDAD DE DISTINTOS OBJETOS

a. Les proponemos obtener experimentalmente las densidades de algunos materiales.

Método 1: para hallar la densidad de un material sólido (cuerpos regulares)

Materiales necesarios:

- cuerpos de formas geométricas regulares, tales como cubos, prismas, cilindros o esferas (pueden ser trozos de madera o de otros materiales); regla, balanza.

Procedimiento

- En primer lugar, tienen que averiguar las fórmulas para hallar los volúmenes de cuerpos geométricos regulares. Luego, hay que tomar cada uno de los cuerpos y medir las longitudes que sean necesarias para aplicar las fórmulas; así obtendrán cada volumen.
- A continuación, midan la masa de cada cuerpo con la balanza y efectúen el cociente.

b. Llenen un cuadro como el siguiente con los valores de densidad obtenidos.

V (en cm^3)	m (en g)	Densidad= m/V (en g/m^3)

Método 2: para hallar la densidad de un material sólido (cuerpos regulares e irregulares)

Materiales necesarios:

- cuerpos irregulares, tales como rocas, trozos de baldosas, un recipiente graduado (en litros, cm^3 o submúltiplos), agua, balanza.

c. Teniendo en cuenta los materiales de la lista anterior, ideen algún modo de medir el volumen de cada cuerpo. Luego, midan las masas, calculen sus densidades y llenen un nuevo cuadro.

V (en cm^3)	m (en g)	Densidad= m/V (en g/m^3)

Método 3: para obtener la densidad de algunos líquidos

Materiales necesarios:

- vasos graduados, balanza, distintos líquidos como agua, aceite y alcohol.

d. Ideen algún método para medir el volumen y para medir la masa de una muestra de agua. (Por las dudas, una advertencia: ¡el vaso también tiene masa!)

e. Repitan el procedimiento con alcohol y con aceite. Llenen un cuadro como éste.

	V (en cm^3)	m (en g)	Densidad= m/V (en g/m^3)
agua			
alcohol			
aceite			

f. Ahora, resuelvan las siguientes cuestiones.

- En los casos en que sea posible, verifiquen la flotación para los siguientes pares de elementos: madera/agua, metal/agua, alcohol/agua, aceite/agua, alcohol/aceite.

  ¿En algún caso no fue posible la verificación? ¿Por qué?

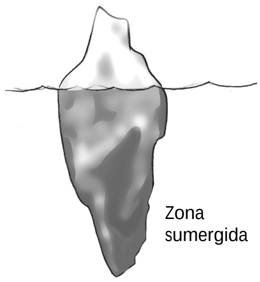
  Si tiramos una gota de aceite en agua con alcohol, ¿qué podrá hacerse para que la gota suba? ¿Y para que baje?

  El método 2 puede emplearse con cuerpos regulares o irregulares, siempre que el material lo permita ¿En qué casos no puede usarse?

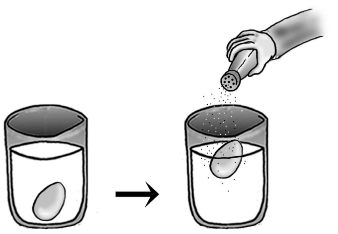
  ¿Cuáles consideran que son las imprecisiones cometidas? Propongan formas de reducirlas. En el método 1, discutan la magnitud de la imprecisión al calcular el volumen a partir de las imprecisiones cometidas al medir las longitudes.

g. La mayor parte de los materiales se contraen cuando son enfriados. Hay una notable excepción a esta regla: es la del agua cuando se encuentra entre los 4°C y los 0°C. Al pasar, por ejemplo, de 4°C a 2°C se dilata, es decir **aumenta** su volumen. A partir de esto, y considerando la información proporcionada sobre la densidad, discutan en grupo por qué el hielo flota en el agua líquida.

- Señalen si esta afirmación es correcta: El peso del agua desplazada por la parte sumergida de un témpano es igual al empuje que recibe el témpano hacia arriba.



h. Las aguas del Mar Muerto, en el extremo sur de Siria (Asia), son tan concentradas en sales que un ser humano flota fácilmente en ellas. Expliquen las razones del fenómeno.



Si se agrega bastante sal al agua, el huevo flota.

i. Observen la figura de la izquierda. ¿Por qué sube el huevo cuando se le agrega sal al agua?

j. Los valores de densidad del agua marina pueden diferir mucho según el mar considerado, y otro tanto ocurre con el agua de diferentes ríos. Puede afirmarse que, en general, el agua de mar es más densa que la de río. A partir de ello, discutan dónde es mayor la parte sumergida de una misma embarcación: en el mar o en un río.

